

Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

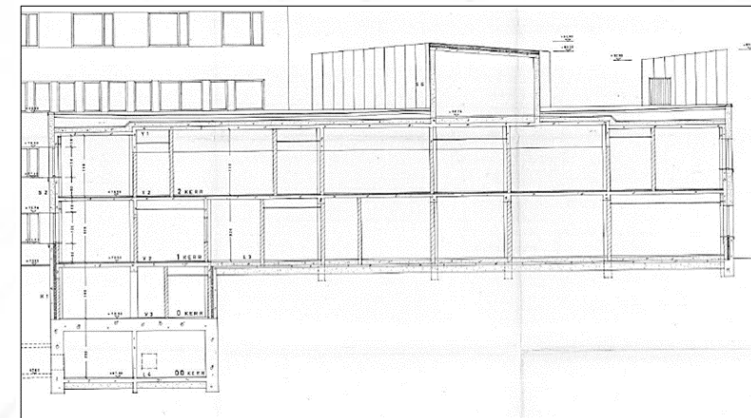
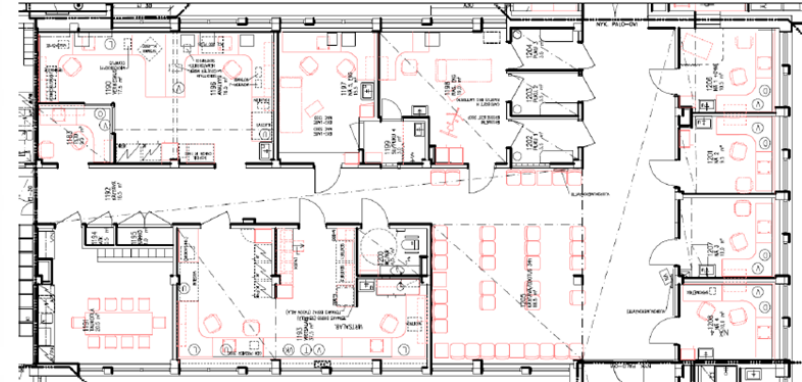
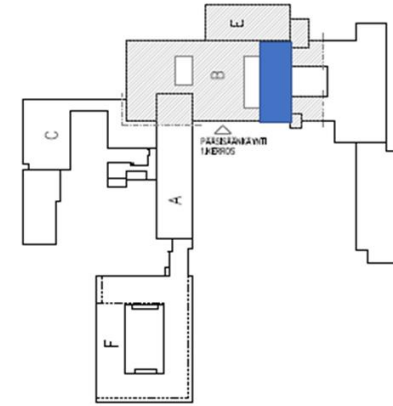


Tutkimuksen tavoite

- Opinnäytetyön aiheena on rakenne-, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tutkimus tehtiin vuonna 1969 rakennettuun sairaalarakennuksen laboratoriotiloihin.
- Kuntotutkimuksen tavoitteena oli selvittää riskirakenteet, jotka rakennusmateriaalien ikääntymisen, sisäisten ja ulkoisten olosuhteiden vuoksi, tai muiden puutteiden takia voivat aiheuttaa sisäilmahaittaa.
- Projektin alkoi lähtötietoihin tutustumalla ja kohdekäynnillä, joiden perusteella laadittiin tutkimussuunnitelma.
- Kohteen selvitykset sisälsivät sisäilmakyselyn, aistinvaraisen kartoituksen, rakenneavauksia, materiaalinäytteenottoa, merkkiainekokeita, olosuhteiden seurantamittauksia ja ilmanvaihdon selvityksiä. Rakenteiden puutteiden ja vaurioiden perusteella määritettiin rakenteiden korjaustarpeet. Toimenpidesuosituksia annettiin määritettyjen korjaustarpeiden mukaisesti.

Kohteen lähtötiedot

- Rakennus on valmistunut 1969. Tiloja on peruskorjattu vuonna 1988 ja 2000-luvun alussa.
- Tutkittavien tilojen käyttötarkoituksena on laboratoriotoiminta. Vuoden 1967 pohjakuvien perusteella, tiloissa on ollut vastaavaa laboratoriotoimintaa alusta saakka. Nykyiset näytteenottotilat ovat olleet alun perin mm. toimistona ja kirjanpitohuoneina.
- Rakennuksen alla on osittain ympäröivän maanpinnan alapuolella olevaa kellaritilaa, jossa sijaitsee maanalainen huoltotunneli, varastotiloja ja putkikanaali. Rakennuksen ulkoseinärakenteet ovat betonirakenteisia sekä mineraalivillaeristeisiä ja välipohjat betonirakenteisia. Yläpohjan rakenteena on pääosin betonirakenteinen massiivilaatta. IV-konehuone on betonirakenteinen ja vesikatteena on pelti.

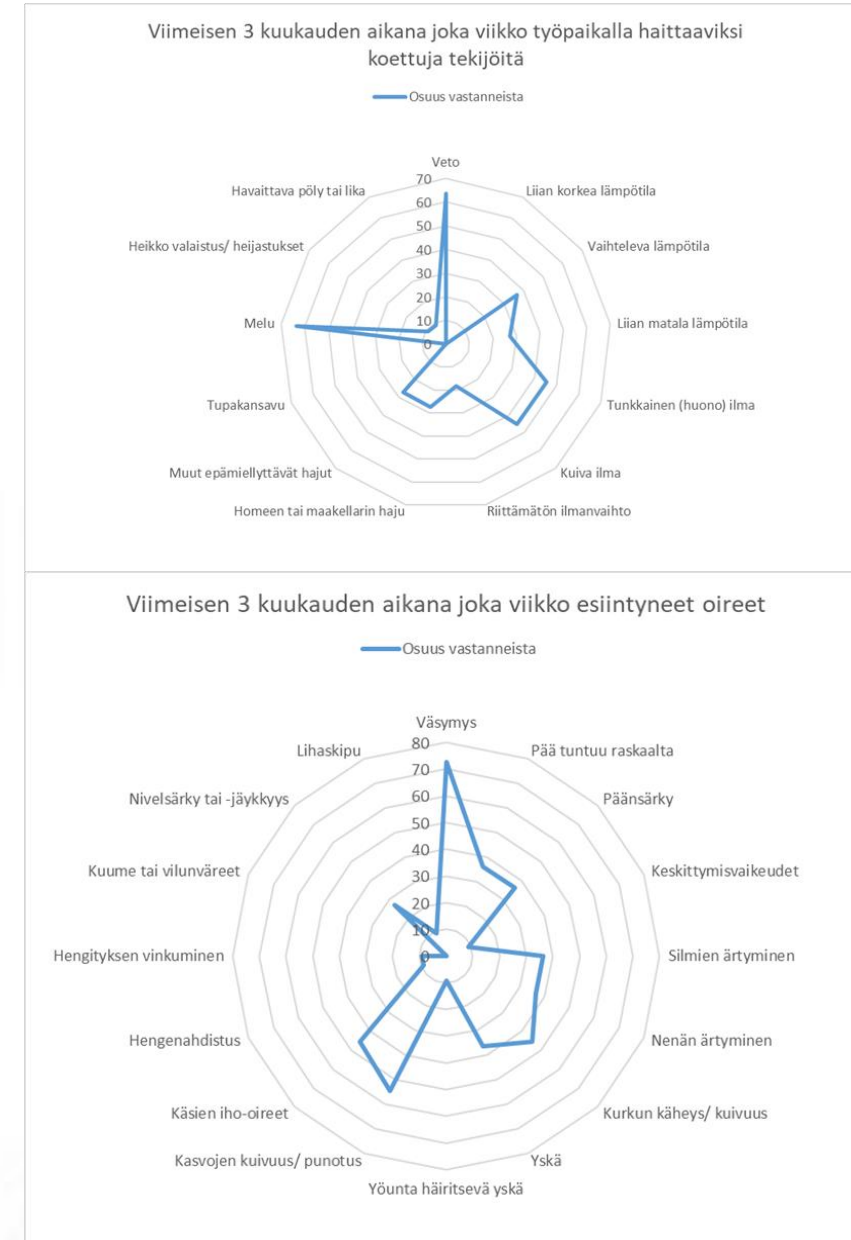


Tutkimusmenetelmät

- Ennen rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen aloitusta, kohteeseen tehtiin käyttäjähaastattelu, sisäilmastokysely, asiakirjoihin tutustuminen ja kohdekäynti, joiden pohjalta laadittiin tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelmassa arvioitiin riskirakenteet sekä mahdolliset rakenteissa olevat vaurioalueet.
- Tutkimuksissa rakenteiden kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti ja rakenneavausten kautta. Rakenteista kerättiin materiaalinäytteitä mikrobivauriomääritykseen ja VOC-analyysiin. Sisätilojen puhtautta arvioitiin tiloista kerätyillä kahden viikon mineraalikulitunäytteillä. Paine-eroa sisä- ja ulkoilman sekä rakenteiden välillä seurattiin jatkuvatoimisella paine-eroseurannalla ja sisätilojen olosuhteita seurattiin jatkuvatoimisella olosuhdeseurannalla (CO₂, T, RH). Ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa ja toimivuutta arvioitiin ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastuksella.

Sisäilmastokysely

- Kysely toteutettiin joulukuussa 2021 sähköisesti internet-pohjaisena kyselynä sähköpostijärjestelmän kautta lähetettyjen henkilökohtaisten kyselylinkkien avulla yhteensä 13 laboratorio-osaston tilojen käyttäjälle. Kyselyyn vastaaminen oli vapaaehtoista ja siihen pystyi vastaamaan vain kerran. Kyselylomake perustuu MM-40, eli Örebro-lomakkeeseen.
- Kyselyn tulokset kertovat, että olosuhdehaitoista huomionarvoisimpia ovat veto ja melu, kuiva ilma, tunkkainen (huono) ilma.
- Työhön liitetyistä oireista esille nousevat väsymys, kurkun käheys/ kuivuus, silmien ärtyminen. Myös käsien iho-oireita ja kasvojen kuivuutta esiintyy.



Tärkeimmät tulokset

Rakennuksen ulkopuoli ja salaojat

- Sisäpihalla maan korkeus on suurin pirtein laboratorion lattian korkeudessa ja seinän vieressä maan kaltevuus johtaa vedet seinään päin. Pihassa kaadot eivät johda vesiä sadevesikaivoihin. Lumi ja vesi rasittavat seinää. Seinän vieressä ei ole salaojaa, mikä aiheuttaa anturoille ja kellariseinälle kosteusongelman.
- Toimenpidesuositus: Ulkopuolisten vesien ohjautumisen hallinta ja salaojien uusiminen tai asennus



Alapohjat ja maanvastaiset ulkoseinärakenteet

- Aistinvaraisten havaintojen, kosteusmittausten ja mikrobinäytteiden perusteella maanvastaisten ulkoseinien alaosat ovat vaurioituneet maakosteuden vaikutuksesta. Seinien alaosien vauriot ovat syntyneet pitkäaikaisen maasta tulevan kosteusrasituksen seurauksena. Vauriot sijaitsevat erityisesti tällä hetkellä varastona olevan tilan kohdalla.
- Merkkiainekokeiden ja aistinvaraisten havaintojen perusteella rakenteesta on ilmavuotoja sisätiloihin. Todettujen ilmavuotojen mukana sisäilmaan saattaa päästä mineraalikuituja, pölyä ja mikrobiperäisiä epäpuhtauksia.
- Putkikanaalissa havaittiin kosteusrasitukseen viittaavia jälkiä sekä kosteusvaurioherkkiä materiaaleja. Putkikanaalista on ilmayhteys sisäilmaan ainakin kulkuluukun, sähköläpivientien sekä puutteellisesti tiivistettyjen tai tulppaamattomien putkiasennusten välityksellä.



Toimenpidesuositukset

- Riskirakenteiden ja vaurioituneiden rakenteiden uusiminen; Tämä on laajempi korjausvaihtoehto, joka edellyttää sisäpuolisen sisäkuorimuurauksen purkamista ja lämmöneristyksen uusimista. Korjausratkaisu on laaja ja kallis, mutta sen myötä riskirakenteet poistuvat ja rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toimivuus parantuvat.
- Maanvastaisten ulkoseinärakenteiden tiivistäminen ja kapselointi erillisen suunnitelman mukaisesti. Mahdollisten tiivistyskorjausten suunnittelu tulee tehdä korjausrakentamiseen erikoistuneen rakennesuunnittelijan toimesta, ja korjausten laadunvalvonta tulee suorittaa merkkiainekokeilla.
- Putkikanaalista tulee poistaa kaikki kosteusvaurioille herkäät materiaalit ja putkikanaalin rakenteiden ja läpivientien tiivistyskorjaus. On suositeltavaa, että putkikanaali alipaineistetaan koneellisesti ympäröiviin sisätiloihin nähden. Putkikanaalin luukun tiivistäminen kaasutiiviiksi.

Ulkoseinät

- Ikkunat ovat teknisen käyttöikänsä loppupuolella; lasien tiivistysmassa on vanhentunut ja irronnut paikoilta ja ikkunan tiivistys vaatii uusimista.
- Ulkoseinän eristetilasta ikkunaliittymien kautta tapahtuu merkittävää ilmavuotoa B-1 ker-roksen sisäilmaan. Ilmavuotojen suuruus ja rakenteiden kunto huomioiden voidaan olettaa, että ikkunaliittymien kohdilla ilmavuotojen sisäilmavaikutus on merkittävä.



Toimenpidesuositukset

- Julkisivuiltaan levyverhoillut ulkoseinärakenteet on suositeltavaa uusida niiden heikon kosteusteknisen toiminnan sekä niissä havaittujen kosteusvaurioiden takia. Kosteusvaurioituneet materiaalit on suositeltavaa poistaa ja korvata uusilla ja uusista julkisivupellityksistä tulisi tehdä vesitiiviitä sekä rakenteen tuulettumisen mahdollistavia.
- Teknisen käyttöikänsä loppupuolella olevien ikkunoiden sekä niiden vesipellitysten uusiminen
- Rakenteiden epätiiviyskohdat sekä muut ilmavuotoreitit on suositeltavaa tiivistää.
- Sokkelien ulkokuorten saumakohdissa olevat halkeamat tulee tiivistää/paikata ja myös sokkelien betonirakenteiden pinnoituskorjauksiin tulee varautua.

Välipohjat

- Tiloissa on alaslaskettuja sisäkattoja. Sisäkattojen yläpuolisissa rakenteissa on rakennuspölyä sekä rakennusjätettä, kuten betoni-, laasti ja tiilikappaleita sekä mineraalivillaeristeiden palasia. Läpivientien tiivistyksissä oli käytetty mm. mineraalivillaa tai läpivientejä ei ollut tiivistetty lainkaan.

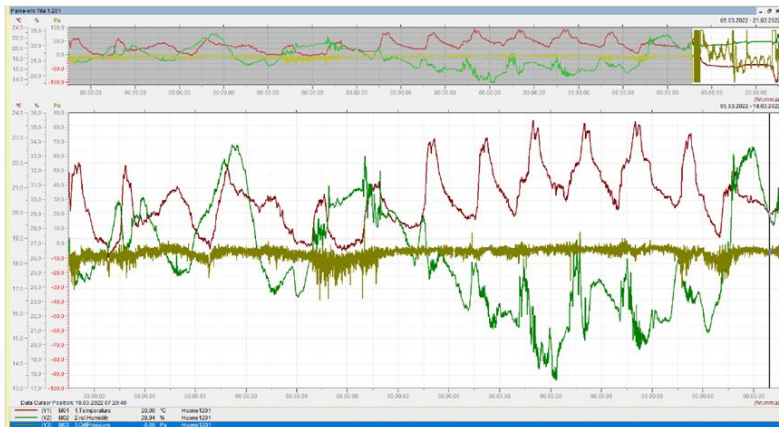


Toimenpidesuosituks

- Alaslaskettujen sisäkattojen yläpuoliset rakenteet on suositeltavaa siivota rakennusjätteestä ja rakennuspölystä kuitulähteiden poistamisen yhteydessä. Kuitukorjaus- ja siivoustöiden onnistuminen on suositeltavaa varmistaa kontrollinäytteenoton avulla. Ilmanvaihtokanavien eristys kannattaa uusia tai kapseloida.
- Alaslaskettujen kattojen pellitykset pitäisi olla paikoillaan, jolloin estetään epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin.
- Rakenteissa olevien läpivientikohtien tiivistäminen

Ilmanvaihtojärjestelmä

- Aistinvaraisen tarkastuksen perusteella voidaan todeta, että ilmanvaihtojärjestelmä kokonaisuudessaan on puhdas, ja paine-eromittausten perusteella tilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden.



Toimenpidesuositukset

- Suositellaan kondenssipoiston asentamista, koska nykyisellään kondenssivedet valuvat koneen sisälle, joka voi aiheuttaa ajan kuluessa koneen toimintaan liittyviä ongelmia, kuin myös mikrobikasvustolle mahdollistavat olosuhteet.
- Tilojen suunnitellut kokonaisilmamäärät on suositeltava tarkistaa, vastaamaan tilojen nykyistä kuormitusta. Ilmamäärät olisi syytä tasapaineistaa ulkoilmaan ja muihin tiloihin nähden.

Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

Mikrobinäytteet ilmasta

#	Tila	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
1	Tila 1.201 Näytteenottohuone, Laboratorio	Mikrobipitoisuudet ja lajiesiintymä on tavanomainen.	Ei viitteitä mikrobikasvustosta.
2	Tila 1.204 Varastuhuone, Laboratorio	Mikrobipitoisuudet ovat tavanomaisia, mutta kosteusvaurioindikaattorilajeja esiintyy.	Tulos voi viitata mikrobikasvustoon.



- Sisäilman mikrobianalyysien tulokset olivat tulkinnoiltaan tavanomaisia. Tilan B.1.204 varastuhuoneen ilmanäytteessä havaittiin satunnainen kosteusvaurioon viittaavia indikaattorimikrobeja, joita ei havaittu ulkoilman vertailunäytteessä.

Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

VOC-näytteet ilmasta ja mineraalikuitunäytteet

- Sisäilman VVOC- ja VOC-analyysinäytteissä havaittiin 2-etyyliheksanolia, jonka pitoisuus ei kuitenkaan ylittänyt tilastollisia viitearvoja.
- Asumisterveysasetuksen 19 § mukaan teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm². Toimenpideraja ylittyy yhdessä tiloista otetuista näytteistä.



Menetelmä:

BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä laskettiin, valomikroskooppia käyttäen, yli 20 µm pituiset teolliset mineraalikuidut. Menetelmän määrittäysraja on 0,1 kuitua /cm². Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Tulos:

Näyte #	Tila	Teolliset mineraalikuidut/cm ²
1	Tila D.1.201	0,2 kuitua/cm ²
2	Tila B.1.191	<0,1 kuitua/cm ²

Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

Lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidipitoisuus

- Lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus olivat normaalilla tasolla

Tila	Keskimääräinen lämpötila	Lämpötilan vaihteluväli
B.1.201 Näytteenottohuone 2	20,0°C	18,8-23,8°C

Tila	Keskimääräinen suhteellinen kosteus	Kosteuden vaihteluväli
B.1.201 Näytteenottohuone 2	28,9 % RH	17,5-34,2 % RH

Tila	Keskimääräinen hiilidioksidipitoisuus	Vaihteluväli
B.1.201 Näytteenottohuone 2	430 ppm	417 – 460 ppm

Altistumisolosuhteiden arviointi

- Tehtyjen kosteus- ja sisäilmateknisten tutkimusten perusteella rakennuksen ulkoseinien- ja ryömintätilaisessa alapohjarakenteissa havaittiin viitteitä eritasoisista ja laajuisista mikrobivaurioista sekä muita epäpuhtauslähteitä rakenteista.
- Ilmantiiveydessä havaitut puutteet mahdollistavat vuotoilmareitit ja ilmavirtaukset sisäilmaan.
- Tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhte arvioidaan mahdolliseksi.